


**DE10025844**

**Patent number:** DE10025844  
**Publication date:** 2001-12-06  
**Inventor:** SCHANZ HOLGER (DE)  
**Applicant:** AUTOMOTIVE DISTANCE CONTROL SY (DE)  
**Classification:**  
- **International:** G01S7/487; G01S7/497; G01S17/10; G01S17/93;  
G01S7/48; G01S17/00; (IPC1-7): G01S7/28;  
G01S13/14; G01S13/93  
- **European:** G01S7/487; G01S7/497; G01S17/10; G01S17/93  
**Application number:** DE20001025844 20000525  
**Priority number(s):** DE20001025844 20000525

**Also published as:** WO0190778 (A)**Report a data error he****Abstract of DE10025844**

The invention relates to a method for determining the distance between a reference object and at least one target object by means of timing the interval between transmission and return of the reflected signal. The aim of the invention is to provide a simple, economical means of determining the distance between reference object and at least one target object located in the range of observation and/or the speed and/or the acceleration of at least one target object located in the range of observation with a high degree of accuracy. The transmitting unit that is used to emit a pulse-type transmission signal is controlled in a clocked manner with a first control signal and the receiving unit used for detecting the resulting reflective signal is controlled in a clocked manner by a second control signal in order to sample the reflected signal at specific sampling points. The second control signal is phase-shifted in relation to the first control signal in such a way that the distance deviation between the distance to the target object determined based on the interval between the transmission and return of the reflected signal and the actual distance to the target object is minimized. The invention also relates to a method for supporting driver assistance systems for automobiles.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 25 844 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 S 7/28**  
G 01 S 13/14  
G 01 S 13/93

⑳ Aktenzeichen: 100 25 844.1  
㉔ Anmeldetag: 25. 5. 2000  
㉓ Offenlegungstag: 6. 12. 2001

DE 100 25 844 A 1

⑦① Anmelder:  
Automotive Distance Control Systems GmbH,  
88131 Lindau, DE

⑦② Erfinder:  
Schanz, Holger, Dipl.-Ing., 88131 Lindau, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 44 04 429 A1  
US 57 67 953 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Bestimmung der Entfernung zwischen einem Bezugsobjekt und mindestens einem Zielobjekt

⑤⑦ Es soll auf einfache Weise und mit geringen Kosten eine Bestimmung der Entfernung zwischen einem Bezugsobjekt und mindestens einem sich im Beobachtungsbereich befindlichen Zielobjekt und/oder die Geschwindigkeit und/oder die Beschleunigung mindestens eines sich im Beobachtungsbereich befindlichen Zielobjekts mit hoher Genauigkeit ermöglicht werden.

Die zur Emission eines pulsförmigen Sendesignals dienende Sendeeinheit mit einem ersten Ansteuersignal getaktet angesteuert und die zur Detektion des hieraus resultierenden Reflexionssignals dienende Empfangseinheit mit einem zweiten Ansteuersignal getaktet angesteuert, um das Reflexionssignal zu bestimmten Abtastzeitpunkten abzutasten. Das zweite Ansteuersignal wird gegenüber dem ersten Ansteuersignal derart phasenverschoben, daß die Entfernungsabweichung zwischen der aufgrund der Laufzeitmessung bestimmten Entfernung zum Zielobjekt und der tatsächlichen Entfernung zum Zielobjekt minimal wird.

Verfahren zur Unterstützung von Fahrerassistenzsystemen für Kraftfahrzeuge.

DE 100 25 844 A 1

[0001] Für viele Anwendungsfälle muß die Entfernung eines Bezugsobjekts zu bewegten oder ruhenden Objekten (Zielobjekten) und/oder die Geschwindigkeit und/oder die Beschleunigung von bewegten oder ruhenden Objekten (Zielobjekten) für unterschiedliche Beobachtungsbereiche (Entfernungsbereiche) bestimmt werden. Oftmals sind hierbei insbesondere Beobachtungsbereiche mit geringer Entfernung zwischen dem Bezugsobjekt und den Zielobjekten von Interesse ("Nahbereich", bsp. je nach Anwendung bis 20 m oder 250 m Entfernung), bsp. zur Erfassung des ein Kraftfahrzeug umgebenden Verkehrsraums, d. h. zur Bestimmung der Entfernung (des Abstands) eines Kraftfahrzeugs als Bezugsobjekt zu vorausfahrenden, nachfolgenden oder entgegenkommenden Fahrzeugen oder sonstigen Reflexionsobjekten und/oder der Relativgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs bezüglich vorausfahrenden, nachfolgenden oder entgegenkommenden Fahrzeugen oder sonstigen Reflexionsobjekten und/oder der Relativbeschleunigung des Kraftfahrzeugs bezüglich vorausfahrenden, nachfolgenden oder entgegenkommenden Fahrzeugen oder sonstigen Reflexionsobjekten. Die hierzu eingesetzten Meßsysteme weisen insbesondere eine Meßeinheit mit einer Sendeeinheit und einer Empfangseinheit sowie eine Steuereinheit (Auswerteeinheit) auf: das von der Sendeeinheit emittierte Sendesignal – dieses kann bsp. als optisches Sendesignal im infraroten (IR) Spektralbereich oder im sichtbaren Spektralbereich oder als Radarsignal im HF-Spektralbereich oder als Ultraschallsignal emittiert werden – wird nach der Reflexion an den sich im Beobachtungsbereich befindlichen Zielobjekten von der Empfangseinheit der Meßeinheit detektiert und dieses Reflexionssignal als Meßsignal von der Steuereinheit (Auswerteeinheit) nach der Signalverarbeitung (Weiterverarbeitung) hinsichtlich der Laufzeit ausgewertet; hieraus kann dann insbesondere die gewünschte Entfernungsinformation und/oder Geschwindigkeitsinformation und/oder Beschleunigungsinformation gewonnen werden. Bei getaktet betriebenen Meßsystemen wird das Sendesignal nach Maßgabe eines von einem Taktgeber vorgegebenen Takts zyklisch unterbrochen, d. h. es werden durch Ansteuerung der Sendeeinheit mit einem bestimmten Ansteuersignal als Sendesignal Sendepulse mit einer bestimmten Pulsdauer emittiert; in den Pulspausen zwischen zwei Sendepulsen werden die Reflexionssignale der vorausgehenden Sendepulse als Empfangssignale detektiert, d. h. das Reflexionssignal eines Sendepulses wird in festen Zeitabständen erfaßt und über die verstrichene Zeit in Form von Takteinheiten die Signallaufzeit gemessen und hieraus die Entfernung zu den Zielobjekten bestimmt.

[0002] Diese Entfernung zu den Zielobjekten sollte im gesamten Beobachtungsbereich mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden; dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn (wie dies bei getaktet betriebenen Meßsystemen der Fall ist) aus der Entfernung zu den Zielobjekten weitere Informationen abgeleitet werden, bsp. durch Differenzierung aufeinanderfolgender Entfernungsmessungen die Relativgeschwindigkeit oder Relativbeschleunigung. Daher werden oftmals Abtastverfahren eingesetzt, bei denen das Empfangssignal mit einer von einem Taktgeber vorgegebenen Abtastfrequenz (Abtastperiode) abgetastet wird, d. h. es werden auf der Grundlage des Empfangssignals zu bestimmten Abtastzeitpunkten Meßwerte generiert; über eine Interpolation bzw. Schwerpunktbildung der Meßwerte kann die Genauigkeit der Entfernungsbestimmung (die Entfernungsauflösung) erhöht werden. Bei getaktet betriebenen Meßsystemen ist die Genauigkeit hierbei umso besser, je größer das Verhältnis von Pulslänge der Sendepulse zur Ab-

tastperiode ist: bei einer Vergrößerung der Pulslänge der Sendepulse wird jedoch die Möglichkeit der Separierung unterschiedlicher Zielobjekte negativ beeinflusst; bei einer Verringerung der Abtastperiode werden die Anforderungen an den Taktgeber, die Empfangseinheit und die Steuereinheit (Auswerteeinheit) sehr hoch (insbesondere hinsichtlich Geschwindigkeit und Qualität der Bauelemente, sowie hinsichtlich der Stabilität bezüglich Parameterstreuungen und Temperaturänderungen), was wiederum hohe Kosten bedingt.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung der Entfernung zwischen einem Bezugsobjekt und mindestens einem Zielobjekt gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, mit dem die Entfernung auf einfache Weise mit hoher Genauigkeit und mit geringen Kosten bestimmt werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0005] Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind Bestandteil der weiteren Patentansprüche.

[0006] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei Abtastverfahren (insbesondere bei einer Auswertung deren Meßwerte mittels Interpolation bzw. Schwerpunktbildung) die erreichbare Entfernungsgenauigkeit, d. h. die funktionale Abhängigkeit der mittels des Abtastverfahrens bestimmten Entfernung (der gemessenen Entfernung) zwischen Bezugsobjekt und Zielobjekt von der tatsächlichen Entfernung zwischen Bezugsobjekt und Zielobjekt, ein periodisches Verhalten mit der Periodizität der Abtastfrequenz (Abtastperiode) aufweist, da die mittels des Abtastverfahrens bestimmte Entfernung (die gemessene Entfernung) je nach Lage des Abtastzeitpunktes von der tatsächlichen Entfernung abweicht; bsp. weist die erreichbare Entfernungsgenauigkeit (und damit die tatsächliche Entfernung) bezüglich der gemessenen Entfernung einen sinusförmigen Verlauf auf. Insbesondere stehen die Minima der erreichbaren Entfernungsgenauigkeit immer in einem festen Phasenverhältnis zur Abtastperiode, wobei das Phasenverhältnis vom verwendeten Interpolationsverfahren und der verwendeten Pulsform abhängt.

[0007] Erfindungsgemäß werden daher für die Auslösung des Sendepulses und damit für den Zeitpunkt der Emission des Sendesignals (d. h. zur Ansteuerung der Sendeeinheit) und für den Abtastvorgang und daher für den Zeitpunkt der Detektion des Empfangssignals (d. h. zur Ansteuerung der Empfangseinheit) unterschiedliche, in ihrer Phase gegeneinander verstimmte Ansteuersignale (Taktsignale) verwendet; die Phasenverschiebung zwischen diesen beiden Ansteuersignalen (Taktsignalen) wird hierbei so gewählt, daß die erreichbare Entfernungsgenauigkeit bei der hieraus resultierenden Phasenlage des Sendesignals und des Empfangssignals ein Minimum aufweist, d. h. daß die Abweichung zwischen der mittels des Abtastverfahrens bestimmten Entfernung (der gemessenen Entfernung) und der tatsächlichen Entfernung minimal wird. Die Phasenverschiebung zwischen den beiden Ansteuersignalen (Taktsignalen) wird mittels geeigneter Schaltungsmittel vorzugsweise in kleinen Schritten oder linear gesteuert, vorzugsweise wird sie mittels eines Regelkreises geregelt. Insbesondere wird zur Ansteuerung der Sendeeinheit und zur Ansteuerung der Empfangseinheit der gleiche Taktgeber eingesetzt, dessen Taktsignal als erstes Ansteuersignal entweder für die Sendeeinheit oder für die Empfangseinheit unverändert belassen wird und dessen Taktsignal als zweites Ansteuersignal für die Empfangseinheit oder für die Sendeeinheit mittels geeigneter Phasenschieber phasenverschoben wird; vorzugsweise wird aufgrund der gegenüber der Emission des Sendesignals aufwendigeren Detektion des Empfangssignals die Empfangs-



einheit mit dem unveränderten Taktsignal als zweitem Ansteuersignal und die Sendeeinheit mit dem phasenverschobenen Taktsignal als erstem Ansteuersignal beaufschlagt.

[0008] Die Phasenverschiebung zwischen den beiden Ansteuersignalen (Taktsignalen) muß bei der Entfernungsbestimmung als Offset berücksichtigt werden, d. h. die aus der Phasenverschiebung resultierende Entfernung muß zur gemessenen Entfernung addiert werden. Bei einem fest eingestellten Wert kann die Phasenverschiebung auf einfache Weise gemessen werden, bei einem mittels einer Steuerung oder Regelung vorgegebenen Wert ist die Phasenverschiebung als Steuergröße oder Regelgröße bzw. Führungsgröße bekannt.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren kann nur für bestimmte (ausgewählte) der sich im Beobachtungsbereich befindlichen Zielobjekte eingesetzt werden und damit die Bestimmung deren Entfernung mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden, während die Entfernung zu den übrigen sich im Beobachtungsbereich befindlichen Zielobjekten mit der "normalen" sich aus dem Abtastverfahren ergebenden Meßgenauigkeit bestimmt wird; insbesondere wird das erfindungsgemäße Verfahren für Zielobjekte mit hoher Relevanz eingesetzt, bsp. für Zielobjekte, bei denen anhand der Entfernung weitere Meßgrößen abgeleitet werden (bsp. die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung) oder für Zielobjekte, die für Steuerungsfunktionen und/oder Regelfunktionen herangezogen werden. Insbesondere kann auch je nach Anwendungsfall oder Zielobjekt die Abtastfrequenz des Abtastverfahrens reduziert werden (einfachere Handhabung des Meßsystems) und die hierdurch bedingte Verringerung der Entfernungsgenauigkeit über die Phasenverschiebung zwischen den beiden Ansteuersignalen (Taktsignalen) wieder kompensiert bzw. überkompensiert werden.

[0010] Falls die Phasenverschiebung mittels eines Regelkreises realisiert wird, müssen die vorgegebenen Phasen der beiden Ansteuersignale bzw. deren Phasenverschiebungen nur während der Zeitdauer der Messung und der Phasenregelung stabil sein; bsp. beträgt diese Zeitdauer bei getakten HF-Meßsystemen (Radar-Meßsystemen) oder getakten optischen Meßsystemen (Laser-Meßsystemen) zwischen  $10^{-6}$  und  $10^{-3}$  s.

[0011] Vorteilhafterweise kann das Verfahren auf einfache Weise mit einer geringen Anzahl an kostengünstigen und handelsüblichen Bauteilen realisiert werden, so daß die Entfernungsauflösung und damit die Genauigkeit der Entfernungsbestimmung für eine vorgegebene (beliebige) Anzahl an Zielobjekten mit einfachen Mitteln und demzufolge mit nur geringen zusätzlichen Kosten signifikant erhöht werden kann.

[0012] Im folgenden wird als Ausführungsbeispiel ein Verfahren zur Bestimmung der Entfernung zwischen einem Kraftfahrzeug und Zielobjekten mittels optischer IR-Pulse im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert.

[0013] Hierbei zeigt

[0014] Fig. 1 eine schematische Darstellung des der Entfernungsbestimmung mittels Laufzeitmessung zugrundeliegenden Prinzips,

[0015] Fig. 2 die funktionale Abhängigkeit der Entfernungsabweichung von der gemessenen Entfernung,

[0016] Fig. 3 ein schematisches Blockschaltbild mit den für die Phasenverschiebung der Ansteuersignale benötigten Komponenten.

[0017] Im Nahbereich eines Kraftfahrzeugs kann die Entfernung und/oder die Geschwindigkeit und/oder die Beschleunigung von im Beobachtungsbereich befindlichen Zielobjekten, d. h. der Abstand zwischen dem eigenen Kraftfahrzeug und vorausfahrenden, entgegenkommenden oder nachfolgenden Fahrzeugen, Personen und sonstigen

Reflexionsobjekten und/oder die Geschwindigkeit des eigenen Kraftfahrzeugs bezüglich vorausfahrender, entgegenkommender oder nachfolgender Fahrzeuge, Personen und sonstiger Reflexionsobjekte und/oder die Beschleunigung des eigenen Kraftfahrzeugs bezüglich vorausfahrender, entgegenkommender oder nachfolgender Fahrzeuge, Personen und sonstiger Reflexionsobjekte, als Basis für Fahrerassistenzsysteme Verwendung finden. Die Entfernung und/oder Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung muß eindeutig und mit hoher Auflösung bestimmt werden: bsp. beträgt der gewünschte Entfernungseindeutigkeitsbereich 10 m, die gewünschte Entfernungsauflösung 0.5 m, die gewünschte Geschwindigkeitsauflösung 1 m/s und die gewünschte Beschleunigungsauflösung  $0.1 \text{ m/s}^2$ .

[0018] Gemäß der Fig. 1 wird das bsp. als optisches Meßsystem ausgebildete Meßsystem 10 aus Meßeinheit 3 (Sendeeinheit 4, Empfangseinheit 5) und Steuereinheit 7 (Auswerteeinheit) an einer je nach Anwendungsfall vorgegebenen Position im Kraftfahrzeug 1 implementiert.

[0019] In mehreren aufeinanderfolgenden Meßvorgängen wird von der Sendeeinheit 4 der Meßeinheit 3 ein pulsförmiges Sendesignal 13 im infraroten (IR) Spektralbereich mit der Wellenlänge von bsp. 850 nm emittiert; das durch Reflexion an den sich im Öffnungsfeld 22, d. h. im durch das pulsförmige Sendesignal 13 erfaßten Entfernungsbereich und Winkelbereich (horizontaler Öffnungswinkel  $\alpha$ , bsp.  $\alpha = 50^\circ$ ; vertikaler Öffnungswinkel  $\beta$ , bsp.  $\beta = 12^\circ$ ) befindlichen Zielobjekten 2 (bsp. den vorausfahrenden Fahrzeugen oder Hindernissen) erhaltene Reflexionssignal 14 wird von der Empfangseinheit 5 der Meßeinheit 3 zu bestimmten Zeitpunkten während der Pulspause des Sendesignals 13 als analoges Empfangssignal detektiert. Von der Steuereinheit 7, bsp. eine CPU ("central process unit"), die gleichzeitig als Auswerteeinheit fungiert, wird das Empfangssignal zu bestimmten Zeitpunkten abgetastet ("sampling") und hierdurch die Genauigkeit der Entfernungsmessung erhöht; die abgetasteten Meßwerte werden hinsichtlich der Laufzeit ausgewertet, woraus die Entfernungsinformation und/oder durch Verarbeitung der Entfernungsinformation die Geschwindigkeitsinformation und/oder die Beschleunigungsinformation gewonnen wird, d. h. die Entfernung  $dz$  zwischen dem Kraftfahrzeug als Bezugsobjekt 1 und dem Reflexionsobjekt als Zielobjekt 2 und/oder die Geschwindigkeit des Reflexionsobjekts als Zielobjekt 2 und/oder die Beschleunigung des Reflexionsobjekts als Zielobjekt 2. Das Öffnungsfeld 22 bzw. der erfaßte Winkelbereich (Öffnungswinkel  $\alpha, \beta$ ) wird in mehrere Zielsektoren 21 unterteilt (bsp. in 16 Zielsektoren 21), denen jeweils ein zu erfassendes Reflexionsobjekt als Zielobjekt 2 zugeordnet wird und mittels deren Information eine Objektmatrix der Zielobjekte 2 erstellt wird.

[0020] In der Fig. 2 ist die funktionale Abhängigkeit der Entfernungsabweichung  $\Delta d = dz - d_R$  als Differenz zwischen der gemessenen Entfernung  $dz$  und der tatsächlichen Entfernung  $d_R$  von der gemessenen Entfernung  $dz$  dargestellt. Je nach Abtastzeitpunkt des Empfangssignals und damit der Lage der verschiedenen (bsp. 3) abgetasteten Meßwerte bezüglich des Empfangssignals, insbesondere hinsichtlich deren Abweichung (Asymmetrie) bezüglich des Symmetrieverlaufs des Empfangssignals, ergibt sich bei dieser "Distanzgenauigkeitsfunktion" eine mehr oder weniger große Entfernungsabweichung  $\Delta d$  bzw. eine mehr oder weniger große Differenz zwischen der gemessenen Entfernung  $dz$  und der tatsächlichen Entfernung  $d_R$ ; die Entfernungsabweichung  $\Delta d$  kann somit einen Wert zwischen  $\Delta d_{\min}$  (minimale Entfernungsabweichung  $\Delta d$  bei einer symmetrischen Lage der Abtastzeitpunkte bezüglich des Empfangssignals) und  $\Delta d_{\max}$  (maximale Entfernungsabwei-

chung  $\Delta d$  bei einer asymmetrischen Lage der Abtastzeitpunkte bezüglich des Empfangssignals) annehmen. Insbesondere weist diese Entfernungsabweichung  $\Delta d$  und damit die Distanzgenauigkeitsfunktion aufgrund der statistischen Verteilung der Abtastzeitpunkte bezüglich des Empfangssignals eine Periodizität mit der Periodendauer  $T_A$  des Abtastvorgangs auf, bsp. den in der Fig. 2 dargestellten sinusförmigen Verlauf. Durch Beeinflussung des Ansteuersignals (des Taktsignals) für die Ansteuerung entweder der Sendeeinheit 4 oder der Empfangseinheit 5 der Meßeinheit 3 und damit durch die Verschiebung deren Phasenlage werden die mit einer Entfernungsabweichung  $\Delta d$  zwischen  $\Delta d_{\min}$  und  $\Delta d_{\max}$  bestimmbaren Entfernungen in den Bereich der Distanzgenauigkeitsfunktion mit einer minimalen Entfernungsabweichung von  $\Delta d = \Delta d_{\min}$  verschoben, wodurch die gemessene Entfernung zum Zielobjekt 2 mit der maximal möglichen Genauigkeit des Meßsystems 10 bestimmt wird. Beispielsweise beträgt bei einer Abtastfrequenz von  $f_T = 100$  MHz bzw. einer Periodendauer  $T_A$  des Abtastvorgangs von  $T_A = 10$  ns und einer auf der Basis eines Gaußverfahrens realisierten schwerpunktbildenden Verfahrens die minimale Entfernungsabweichung  $\Delta d_{\min}$  1 cm und die maximale Entfernungsabweichung  $\Delta d_{\max}$  10 cm. Die Phasenverschiebung  $\Delta\phi$  zwischen dem ersten Ansteuersignal AS1 und dem zweiten Ansteuersignal AS2 kann hierbei innerhalb einer Periodendauer der Ansteuerperiode beliebige Werte annehmen, d. h. die Phasenverschiebung  $\Delta\phi$  kann zwischen  $0^\circ$  und  $360^\circ$  betragen.

[0021] In der Fig. 3 sind die für die Vorgabe der Ansteuersignale AS1, AS2 und deren relativer Phasenverschiebung zueinander relevanten Komponenten des Meßsystems 10 dargestellt.

[0022] Die Sendeeinheit 4 der Meßeinheit 3 weist bsp. ein als gepulsten IR-Halbleiterlaser ausgebildetes Sendeelement auf, der ein pulsförmiges Sendesignal 13 mit einer Leistung von bsp. 10 W und einer Wellenlänge von bsp. 850 nm emittiert. Zur Vorgabe des ersten Ansteuersignals AS1 (Taktsignals) für die Sendeeinheit 4 und des zweiten Ansteuersignals AS2 (Taktsignals) für die Empfangseinheit 5 ist der Taktgeber 6 vorgesehen (bsp. ein Quarzoszillator), dessen Taktfrequenz  $f_T$  bsp. 100 MHz beträgt. Die Empfangseinheit 5 wird hierbei vom Taktgeber 6 direkt angesteuert, d. h. mit dem in der Phasenlage unveränderten zweiten Ansteuersignal AS2 mit der Taktfrequenz  $f_T$  zur Vorgabe der Abtastzeitpunkte des Empfangssignals 14 getaktet betrieben. Die Sendeeinheit 4 wird vom Taktgeber 6 über einen Phasenschieber 8 angesteuert, d. h. mit dem in der Phasenlage geänderten ersten Ansteuersignal AS1 zur Vorgabe des pulsförmigen Sendesignals 13 mit der Taktfrequenz  $f_T$  getaktet betrieben. Als Phasenschieber 8 zur Vorgabe der Phasendifferenz bzw. Phasenverschiebung  $\Delta\phi$  zwischen dem ersten Ansteuersignal AS1 und dem zweiten Ansteuersignal AS2 ist bsp. ein einfach zu realisierendes, analog ansteuerbares Delay-Glied vorgesehen.

[0023] Der der Meßeinheit 3 nachgeschalteten Steuereinheit 7 (Auswerteeinheit) werden die Ergebnisse (Daten) der Entfernungsmessungen übermittelt und von dieser ausgewertet; aus den Ergebnissen der Entfernungsmessungen, d. h. den gemessenen Entfernungen  $dz$  zu den Zielobjekten 2 im Beobachtungsbereich, können Geschwindigkeitswerte und/oder Beschleunigungswerte abgeleitet werden sowie die zeitlichen Abläufe des Meßvorgangs gesteuert werden, insbesondere die Koordination von Sendebetrieb und Empfangsbetrieb, d. h. die Koordination von Sendeeinheit 4 zur Vorgabe des pulsförmigen Sendesignals 13 und Empfangseinheit 5 zur Vorgabe der Abtastzeitpunkte des Empfangssignals 14. Das Ausgangssignal des Phasenschiebers 8 wird einem (einfach zu realisierenden) Phasendetektor 9 zuge-

führt (gleichzeitig wird auch der Phasenschieber 9 mit dem vom Taktgeber 6 generierten zweiten Ansteuersignal AS2 mit der Taktfrequenz  $f_T$  beaufschlagt), dessen Ausgangssignal wiederum von der Steuereinheit 7 verarbeitet und zur Ansteuerung des Phasenschiebers 8 verwendet wird; hierdurch wird demnach ein einfacher Regelkreis realisiert, durch den die resultierende Phasenverschiebung  $\Delta\phi$  zwischen dem zweiten Ansteuersignal AS2 zur Ansteuerung der Empfangseinheit 5 und dem ersten Ansteuersignal AS1 zur Ansteuerung der Sendeeinheit 4 in Abhängigkeit der Lage der Abtastzeitpunkte bezüglich des Empfangssignals kontrolliert und geregelt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Entfernung ( $dz$ ) zwischen einem Bezugsobjekt (1) und mindestens einem Zielobjekt (2) durch eine Laufzeitmessung des von einer Sendeeinheit (4) einer Meßeinheit (3) emittierten pulsförmigen Sendesignals (13), wobei das von einer Empfangseinheit (5) der Meßeinheit (3) detektierte Reflexionssignal (14) zu bestimmten Abtastzeitpunkten abgetastet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sendeeinheit (4) mit einem ersten Ansteuersignal (AS1) für die Ansteuerung des Sendesignals (13) getaktet angesteuert wird, daß die Empfangseinheit (5) mit einem zweiten Ansteuersignal (AS2) für den Abtastvorgang getaktet angesteuert wird, und daß das zweite Ansteuersignal (AS2) gegenüber dem ersten Ansteuersignal (AS1) derart phasenverschoben wird, daß die Entfernungsabweichung ( $\Delta d$ ) zwischen der aufgrund der Laufzeitmessung bestimmten Entfernung ( $dz$ ) zum Zielobjekt (2) und der tatsächlichen Entfernung ( $d_R$ ) zum Zielobjekt (2) minimal wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Ansteuersignal (AS1) zur Ansteuerung der Sendeeinheit (4) und das zweite Ansteuersignal (AS2) zur Ansteuerung der Empfangseinheit (5) durch den gleichen Taktgeber (6) generiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenverschiebung ( $\Delta\phi$ ) zwischen dem ersten Ansteuersignal (AS1) zur Ansteuerung der Sendeeinheit (4) und dem zweiten Ansteuersignal (AS2) zur Ansteuerung der Empfangseinheit (5) mittels eines Phasenschiebers (8) generiert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenverschiebung ( $\Delta\phi$ ) zwischen dem ersten Ansteuersignal (AS1) zur Ansteuerung der Sendeeinheit (4) und dem zweiten Ansteuersignal (AS2) zur Ansteuerung der Empfangseinheit (5) mittels eines Regelkreises geregelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenverschiebung ( $\Delta\phi$ ) zwischen dem ersten Ansteuersignal (AS1) zur Ansteuerung der Sendeeinheit (4) und dem zweiten Ansteuersignal (AS2) zur Ansteuerung der Empfangseinheit (5) mittels eines Phasendetektors (9) bestimmt wird, daß der Steuereinheit (7) das von der Phasenverschiebung ( $\Delta\phi$ ) abhängige Ausgangssignal des Phasendetektors (9) zugeführt wird, und daß der Phasenschieber (8) abhängig von dem in der Steuereinheit (7) ausgewerteten Ausgangssignal des Phasendetektors (9) durch die Steuereinheit (7) angesteuert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit eines Zielobjekts (2) durch Differenzierung der in aufeinanderfolgenden Laufzeitmessungen bestimmten Entfer-

nungen (dz) zu dem Zielobjekt (2) ermittelt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



